

ÉTUDE MINÉRALOGIQUE ET GÉOCHIMIQUE DES FORMATIONS BAUXITIQUES DE L'OUEST DU CAMEROUN

Bernard HIÉRONYMUS

*Département de Géologie Appliquée - Université Paris VI
L.A. au C.N.R.S. n° 65, 75230 Paris Cedex 05*

RÉSUMÉ

Les bauxites de l'Ouest du Cameroun (Pays bamiléké) proviennent de l'altération latéritique de basaltes anciens et de trachytes plus récents.

L'altération du trachyte sodi-potassique à cristobalite aboutit directement à la formation d'une bauxite dont la qualité est amoindrie par la présence de kaolinite due à la resiliçification de la gibbsite par la silice libérée lentement par le lessivage de la cristobalite.

Le basalte se transforme en argile bauxitique (lithomarge) au détriment de laquelle se forme, par lessivage de la silice, une bauxite à gibbsite, goéthite et maghémite qui sera ultérieurement cuirassée.

Le démantèlement récent de cette surface cuirassée, en relation avec la dynamique de la « ligne du Cameroun » s'accompagne de modifications secondaires du niveau bauxitique, ainsi que de la formation de structures noduleuses ou concrétionnées, voire de pseudo-pisolithes, permettant d'expliquer les premières phases de mise en place de certaines bauxites françaises.

ABSTRACT

Bauxites of bamileke country, in Cameroon, proceed from weathering of ancient basalts and more recent trachyts.

Weathering of sodi-potassic, cristobalitic trachyt directly results into low grade bauxite with kaolinite

produced by resiliçification of gibbsite with silica slowly issued from cristobalite weathering.

Basalts transforms into bauxitic clay (lithomarge) out of wich is issued gibbsite bauxite by silica weathering. This bauxite, with gibbsite, goethite, maghemite will be subsequently incrustated.

Recent dismantling of this formation, in relation with pulsations of the « Cameroon line » is accompanied by secondary transformations of bauxite level, and by formation of concretions, nodulous, even pseudo-pisolitic structures. These african observations allow to interpret first deposit phases in a few french ores.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Bauxite Westkameruns (Bamiléké-Land) stammen von Lateritverwitterungen alten Basalts und jüngeren Trachyts.

Die Verwitterung natrium-kaliumhaltigen Trachyts mit Cristobalit führt direkt zur Bildung eines Bauxits, dessen Qualität verringert ist durch Vorhandensein von Kaolinit, der von erneuter Verkieselung Gibbssits durch die langsam durch Auswaschung des Cristobalits freigemachte Kieselsäure herrührt.

Der Basalt wandelt sich um in bauxitischen Lehm (« lithomarge ») auf Kosten dessen sich durch Auswaschung der Kieselsäure ein Bauxit mit Gibbssit, Goethit und Maghemit bildet, der später ein Panzer wird.

Die neuere Abtragung dieses Oberflächenpanzers in Verbindung mit der Dynamik der « Kamerunlinie » ist von sekundären Veränderungen des Bauxitniveaus, sowie der Bildung knolliger und konkretionierter Strukturen begleitet, ja sogar von Pseudopisoliten, die es erlauben, die ersten Phasen der Ablagerungen von gewissen französischen Bauxiten zu erklären.

РЕЗЮМЕ

Бокситы западной части Камеруна (страна Бамилеке) происходят от латеритного выветривания древних базальтов и более рецентных трахитов.

Выветривание содово-калийного кристобалитового трахита приводит непосредственно к образованию боксита, качество которого понижено присутствием каолинита, обусловленным вторичной силикацией гиббсита кремнезёмом, медленно выделяющимся в результате лессиважа кристобалита.

Базальт превращается в бокситовую глину (литомарж), за счет которой образуется, вследствие лессиважа кремнезёма, боксит содержащий гиббсит, гётит и впоследствии покрывающийся кирасой магемит.

Недавний снос этой кирасовой поверхности, в связи с динамикой « камерунской линии », сопровождается вторичными изменениями бокситного уровня, а также образованием узловатых или конкреционных структур и даже псевдо-пизолитов, чем можно объяснить первые фазы размещения некоторых французских бокситов.

I. — INTRODUCTION

Le pays bamiléké, au Cameroun, est constitué d'un socle granito-gneissique recouvert par des basaltes de plateaux et dominé par le complexe éruptif des Monts Bamboutos qui culminent à 2 740 m.

Cette structure volcanique qui fait partie de l'ensemble volcano-orogénique de la « ligne du Cameroun » est constituée par un strato-volcan formé par des épanchements basaltiques qui ont pu être précédés par des épisodes ignimbritiques (TCHOUA, 1969). Vers le sommet, ces basaltes sont recouverts ou contournés par de puissantes coulées trachytiques, tandis que deux caldeiras emboîtées affectent, par un effondrement de 12 sur 8 km, le cœur de la structure (TCHOUA, 1972).

Cet ensemble, soumis à un climat de type tropical qui a pu subir des variations dans le temps et dans l'espace, permet d'observer différents stades de l'évolution d'altérations de « type latéritique » (HIERONYMUS, 1972) et en particulier de formations bauxitiques. Le but de la présente note est d'étudier les modalités de formation de cette bauxite.

Le principal gisement de cette région est celui de Fongo-Tongo découvert en 1957 par les prospecteurs du BUMIFOM* (WEECKTEEN, 1957); il est dû à l'altération latéritique de basaltes, mais aussi de trachytes (HIERONYMUS, 1971); il est estimé à 45 000 000 t. Différents autres petits gisements se sont formés au détriment de basaltes et de trachytes sur les basses pentes des Bamboutos.

Plus à l'Est, à Bangam, une latérite bauxitique colluviale et quelques plateaux cuirassés se sont formés au détriment des « basaltes des plateaux » (HIERONYMUS, 1972).

Le gisement de Fongo-Tongo est situé sur une surface d'érosion subhorizontale à 1 650 m, très déchiquetée en de multiples vallées par l'érosion récente. Les lignes de crêtes, larges d'une centaine de mètres au maximum, portent le témoin de la cuirasse initiale, tandis que les pentes recèlent de la latérite colluviale mélangée aux argiles de la lithomarge. Le gisement s'est formé en partie aux dépens d'une lithomarge argileuse issue de l'altération des basaltes tandis qu'en certains endroits (NO du village de Fongo-Tongo), le trachyte qui entoure et moule les reliefs basaltiques a pu, dans cette zone de bauxitisation, évoluer directement en bauxite.

II. — ÉTUDE MINÉRALOGIQUE ET GÉOCHIMIQUE DES ROCHES-MÈRES

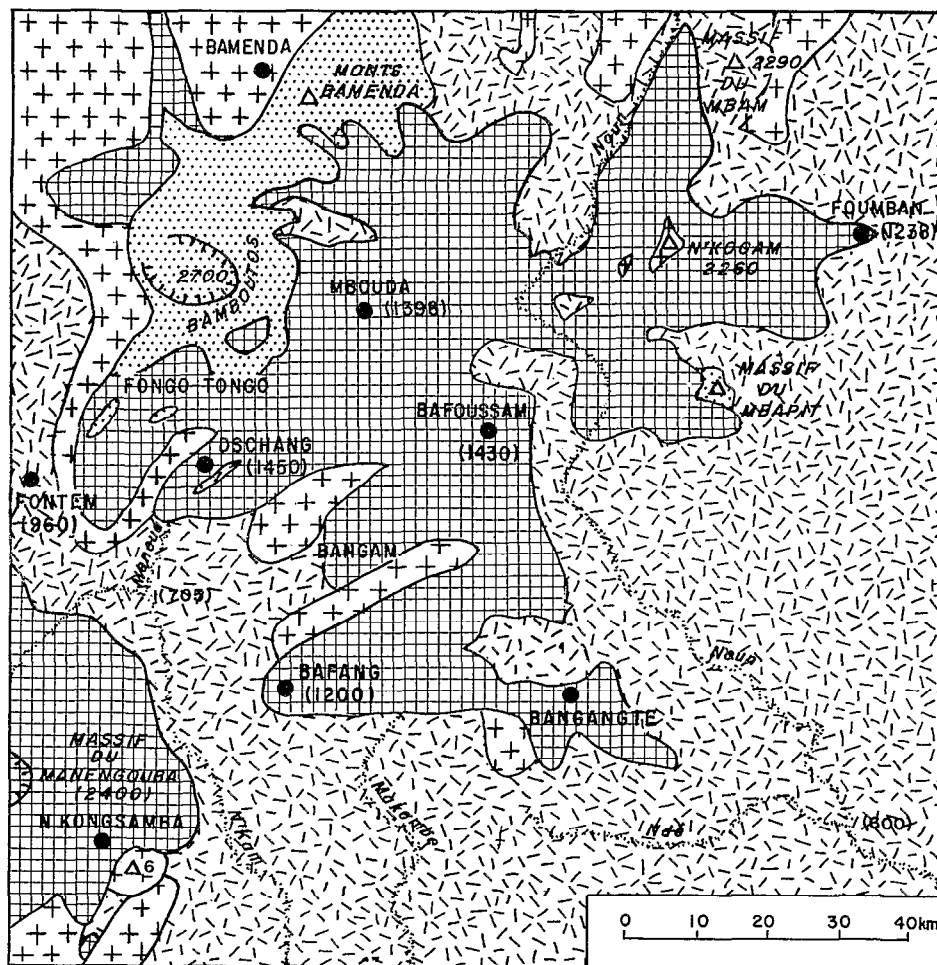
Le trachyte de Fongo-Tongo





Le trachyte de Fongo-Tongo, déjà décrit par l'auteur (1971), est un trachyte à sanidine sodi-potassique ($\text{Na}_{57}\text{K}_{43}\text{Si}_3\text{O}_8$) associé à de la magnétite et à de la cristobalite de basse température cristallisée dans une phase ultime de refroidissement.

Le basalte de Fongo-Tongo

Le basalte du gisement de Fongo-Tongo est un basalte aphyrique à grain fin; sa texture est sub-doléritique avec des phénocristaux de diopside

(*) BUMIFOM: Bureau Minier de la France d'Outre-Mer.



-  Trachytes
-  Basaltes anciens
-  Roches métamorphiques
-  Granites

(Les basaltes récents ne sont pas figurés sur la carte) —

FIG. 1. — Cadre géologique de l'étude (simplifié, d'après les cartes géologiques à 1/1 000 000 du Cameroun, et à 1/500 000 : Douala Est et Douala Ouest)

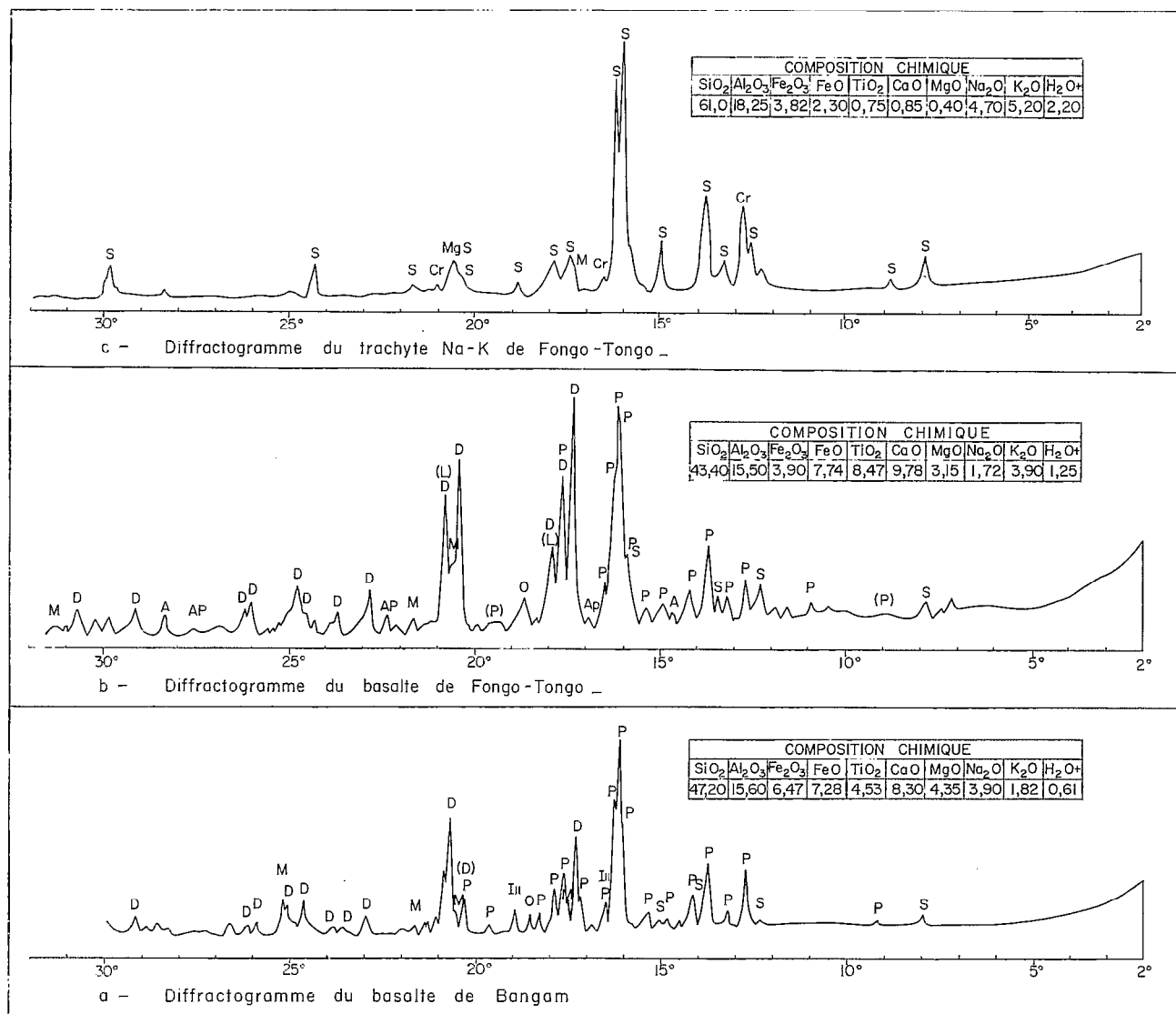


FIG. 2. — Diffractogrammes des roches mères des formations bauxitiques.

A = Anatase, Gi = Apatite, Cr = Cristobalite, D = Diopside, Ill = Ilménite, M ou Mg = Magnétite, O = Olivine, P ou (L) = Plagioclase, S = Sanidine.

et d'olivine. L'examen optique permet de déterminer un plagioclase du type labrador-bytownite.

La diffraction des rayons X (fig. 2) confirme ces observations et permet d'envisager, d'après J. GOODYEAR et W.J. DUFFIN (1954) un plagioclase avec un pourcentage d'anorthite compris entre 60 et 80 %; de nombreux diagrammes de cette roche le font plus précisément correspondre à la labradorite : 66 %

anorthite, 33 % albite (fiche A.S.T.M. n° 9465). Le pyroxène est du type diopside ou augite et le périclase une olivine à 60 % de fayalite (déterminée d'après le déplacement de la raie 130); l'anatase est présent, ainsi que la magnétite et l'apatite.

La composition chimique de ce basalte est la suivante :

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O
43,4	15,5	3,9	7,74	8,47	9,78	3,15	1,72	3,9	1,05	

elle permet de calculer la composition minéralogique virtuelle ci-après :

Orthose	: 10	Diopside	: 14,98	Magnétite	: 5,57
Albite	: 15,72	Olivine	: 13,10	Ilménite	: 7,45
Anorthite	: 23,07	Apatite	: 2,35		
Néphéline	: 5,70				

et les paramètres C.I.W.P. : III, (6), (3)4, (3)4 et anorthite = 73,4 % correspondant à un basalte basanitoïde.

Cette composition virtuelle diffère pour l'olivine et les minéraux de la composition réelle, déterminée par diffraction des rayons X, qui montre que le TiO₂ est exprimé minéralogiquement sous forme de rutile; le fer qui lui a virtuellement été associé

appartient en réalité à l'olivine qui se rapproche du pôle fayalite.

Le basalte de Bangam

Le basalte sous-jacent à la bauxite de Bangam se présente au microscope comme une roche à texture sub-doléritique avec un plagioclase de type andésine-labrador, et des phénocristaux de diopside et d'olivine.

La diffraction des rayons X met en évidence un plagioclase de type andésine-labrador, un pyroxène de type diopside, de la magnétite et de l'ilménite. Le périclase est une olivine à 70 % de fayalite.

La composition chimique de ce basalte est la suivante :

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	H ₂ O
47,2	15,6	6,47	7,28	4,35	8,30	3,90	1,82	4,53	0,61

elle permet de calculer la composition minéralogique virtuelle ci-après :

Orthose	: 10,6	Diopside	: 16,8	Magnétite	: 9,5
Albite	: 29,9	Olivine	: 1,6	Ilménite	: 8,5
Anorthite	: 19,7				
Néphéline	: 1,7				

et les paramètres C.I.W.P. : II(III), 5, 4, 4 et anorthite = 53 %.

III. — LES PREMIERS STADES DE L'ALTÉRATION

L'altération du trachyte

Cette altération a déjà été décrite dans une note précédente (HIERONYMUS, 1971) : à partir de diaclases, le trachyte se fragmente en boules décimétriques à cortex clair qui s'écaillent en plaquettes tandis que le centre se fragmente en éléments anguleux centimétriques (fig. 3).

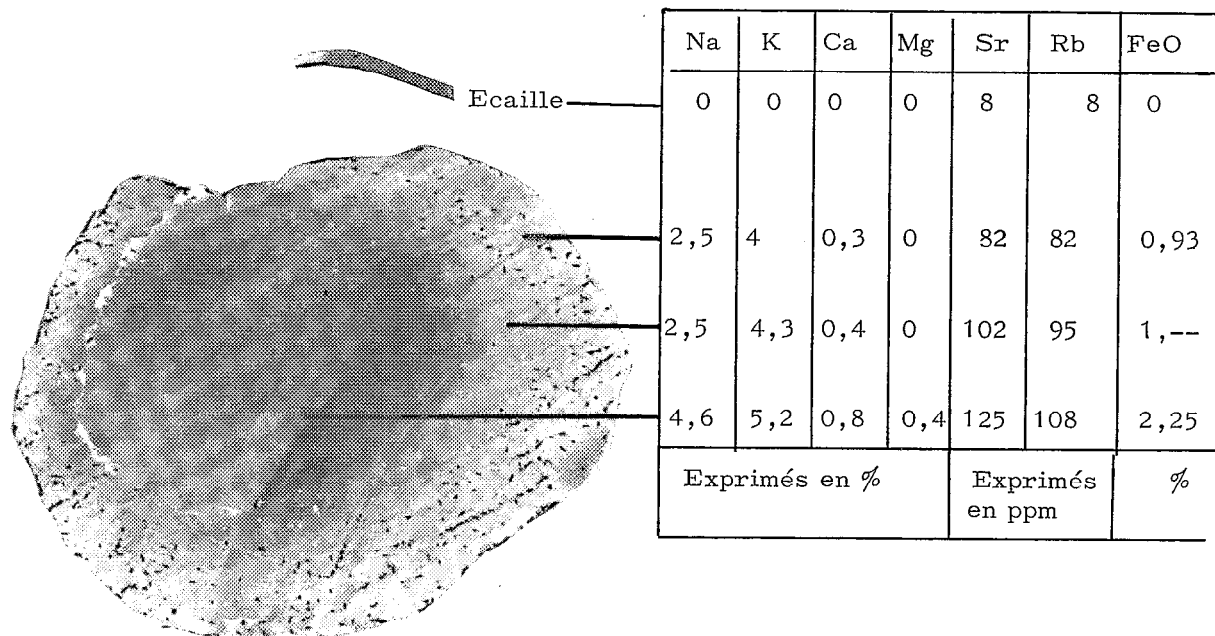


FIG. 3. — Evolution des alcalins, des alcalino-terreux et du fer bivalent dans l'altération en boules du trachyte sodi-potassique de Fongo-Tongo. On observe que leur élimination est complète au niveau des écailles.

L'altération du basalte de Fongo-Tongo (fig. 4)

1. Argilisation

Les premiers stades de l'altération bauxitique du basalte de Fongo-Tongo sont difficiles à observer, la plupart des travaux de reconnaissance du gisement s'arrêtant aux argiles de la lithomarge. Cependant, grâce aux observations effectuées dans certaines excavations naturelles ou artificielles (recherche du basalte pour empierrement), et aussi par analogie avec les processus d'altération du basalte de Jakiri au Cameroun Occidental, il est certain que les premiers stades de l'altération, en particulier la formation de boules et leur écaillage, sont semblables à ceux décrits pour le trachyte. Ces observations rejoignent les descriptions par BELINGA (1966-1972) de l'altération des basaltes et des dolérites de l'Adamaoua.

Les boules basaltiques s'écaillent en plaquettes riches en minéraux argileux et oxydes et hydroxydes en fer, plus ou moins bien cristallisés, pour former une argile kaolinique ferrugineuse.

Du fait de la différence de cohésion entre le niveau des boules basaltiques et celui des « plaquettes » argileuses, il se produit un décollage du niveau supérieur, et la « reptation » de celui-ci sur le niveau inférieur. Cela explique qu'il soit très difficile de trouver un profil d'altération complet de la roche-mère à la zone d'induration, car même dans le cas exceptionnel où une telle observation a été possible, comme pour les trachytes de Fongo-Tongo, on commence déjà à apercevoir un début de fauchage du profil vers l'aval.

2. Bauxitisation

De nombreux puits de recherche s'arrêtent à un niveau où la gibbsite voisine avec une importante proportion d'argile kaolinique (plus de 60 % de kaolinite, fig. 5a).

Très rapidement, cette argile se charge en vermicules porcelanés de gibbsite qui s'anastomosent pour former des concentrations en « choux-fleurs » dans une argile lie de vin.

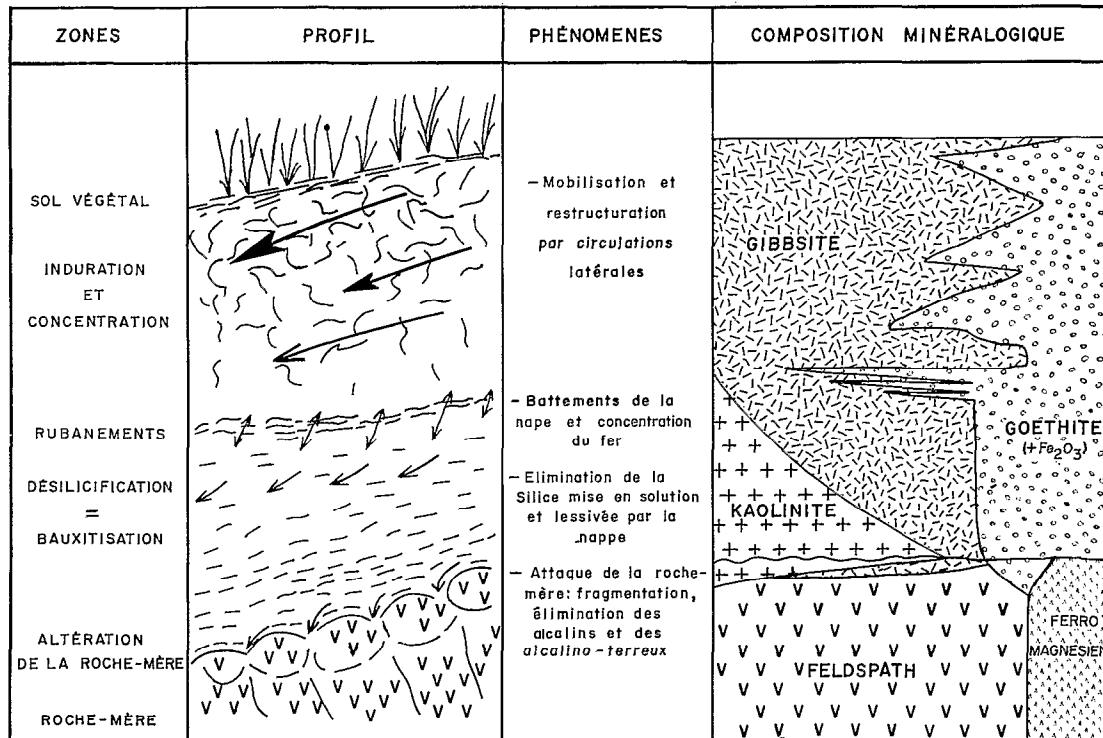


FIG. 4. — Profil synthétique de la formation bauxitique de Fongo-Tongo mettant en évidence les principaux phénomènes ayant permis la formation du gisement.

La composition de la roche à vermicules est :

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	MnO	P.F.
25,15	39,0	14,08	0	1,74	0,03	0,06	0,84	0,45	0,01	18,8

ce qui permet de calculer la composition minéralogique suivante :

Kaolinite : 54 % (avec trace de montmorillonite)
 Gibbsite : 28 %
 Goethite : 16 %
 Rutile : 1,75 %

Cette composition est confirmée par l'analyse thermique (ATD et ATP) et par l'analyse par diffractométrie des rayons X (fig. 5b) ; cette dernière met aussi en évidence la présence de quelques raies

faibles attribuables à la maghémite (voir ci-après).

Très rapidement, dans la zone à gibbsite concrétionnée, la teneur en silice diminue très fortement ; le pourcentage de kaolinite n'atteint plus alors que 10 à 15 %. Cette zone correspond à un milieu bien drainé, sous la nappe phréatique, où la silice mobilisée est rapidement éliminée.

Au-dessus se trouve une zone rubanée claire à sa base, plus foncée à son sommet, qui correspond au niveau de fluctuation du sommet de la nappe. Ces rubans, et plus particulièrement ceux de la partie supérieure, sont presque exclusivement formés de

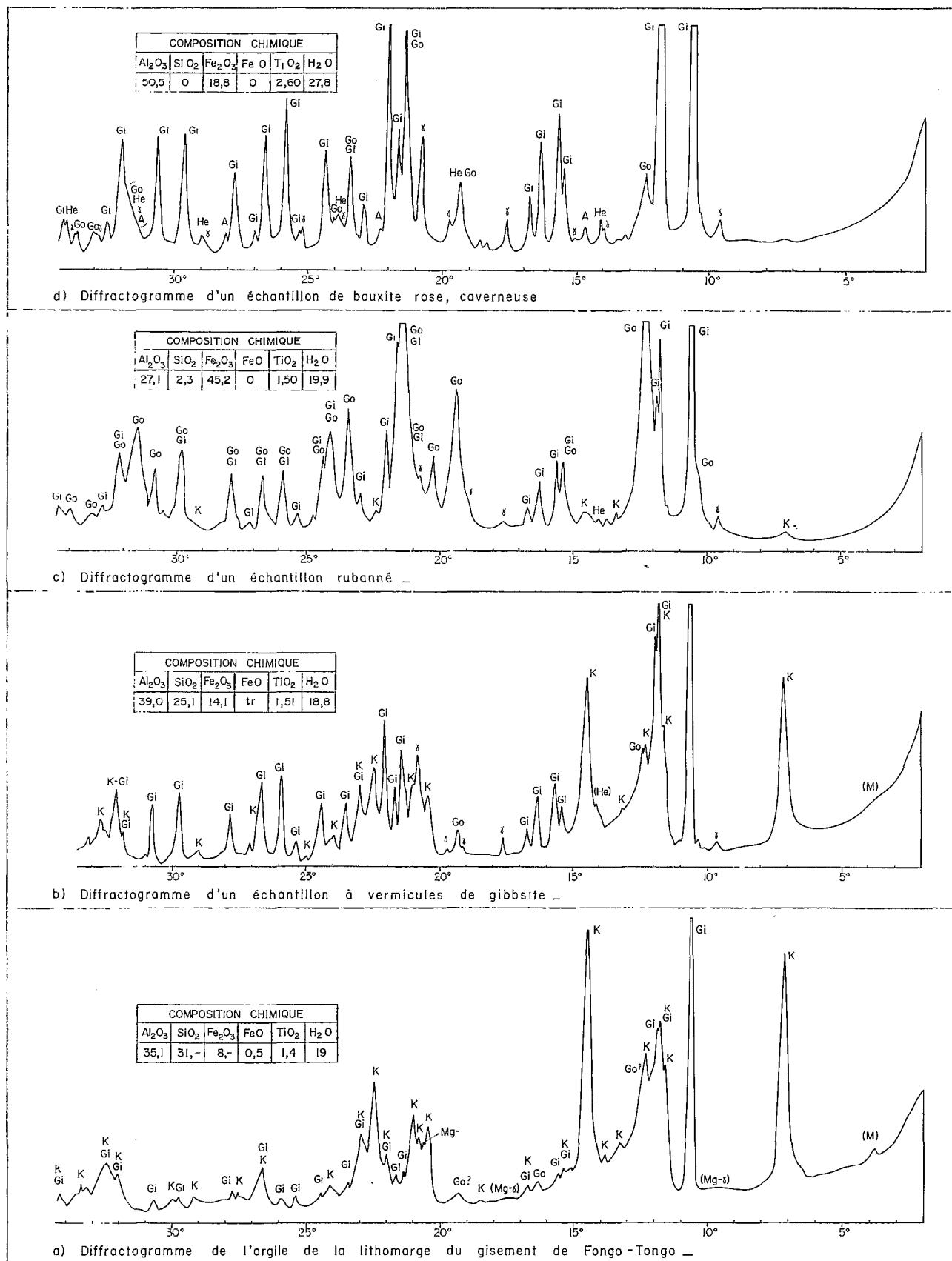


FIG. 5. — Diffractogrammes d'échantillons représentant les différents stades de la bauxitisation.

A = Anatase, Gi = gibbsite, Go = Goethite, He = Hématite, K = Kaolinite, Mg = Magnétite, γ = Maghémite.

goethite (fig. 5c). Dans cette zone de précipitation se sont en effet accumulés le fer et le manganèse.

L'analyse chimique des rubanements les plus riches en fer est la suivante :

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	MnO	P.F.
2,25	27,10	45,2	0	1,51	0,11	0	0,14	0,35	1,75	19,9

Elle correspond à 48 % de goethite, 40 % de gibbsite, 4 % de kaolinite, 2 % d'hématite ou de maghémite, 1,5 % de rutile ce qui correspond bien aux résultats des analyses thermiques et de la diffraction des rayons X.

Ces échantillons rubanés marquent la fin de la zone de désilicification ou de bauxitisation ; au-dessus, on ne trouve plus de kaolinite primaire, mais une bauxite légèrement caverneuse à 50 % d'alumine (= 77 % de gibbsite, fig. 5d) qui marque le début de la zone où prédominent les phénomènes latéraux (mobilisation, apports) le long du glacis qui amènent le cuirassement.

L'altération des basaltes de Bangam

L'absence actuelle de travaux de recherche dans la région de Bangam permet difficilement de saisir les premiers stades de l'altération ; cependant, la

présence de colluvions argileuses sous la cuirasse du plateau principal permet d'envisager un processus semblable aux précédents pour la formation de la bauxite de ce gisement où l'on remarquera une teneur en fer plus importante.

Exceptions aux processus précédemment décrits

Le gisement de Fongo-Tongo a subi un démantèlement très important (HIERONYMUS, 1972) et dans les argiles colluviales du bas des pentes il a été trouvé diverses colluvions de basaltes sous-jacents à des stades d'altération différents. Dans ces formations récentes, où la percolation est excellente à travers un matériau très meuble, la plupart de ces éléments de basaltes sont transformés directement en gibbsite très cristallisée (fig. 6) ; cela permet de souligner une fois de plus l'importance du drainage dans l'altération de type latéritique.

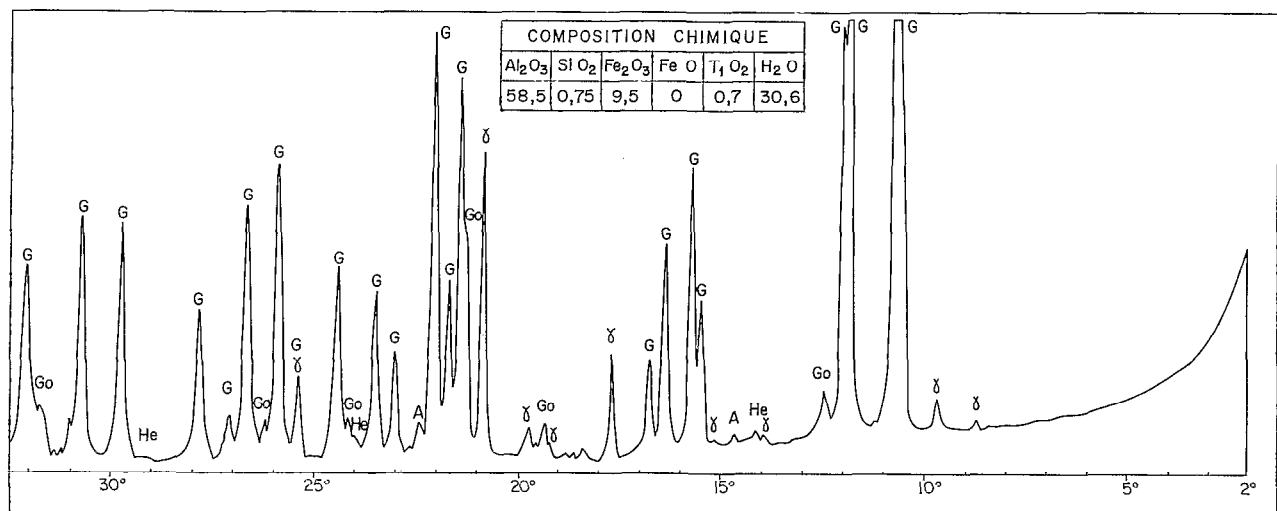


FIG. 6. — Diffractogramme de bauxite à gibbsite et à maghémite résultant de l'altération directe de colluvions basaltiques.

A = Anatase, G = Gibbsite, Go = Goethite, He = Hématite, L = Lépidocrocite, γ = Maghémite.

IV. — ÉVOLUTION MINÉRALOGIQUE ET GÉOCHIMIQUE DES GISEMENTS

Evolution de la bauxite formée aux dépens des trachytes

1. Argilisation

Dans une note précédente (HIERONYMUS, 1971), il a été montré d'une part que l'altération différée de la cristobalite du trachyte amenait la combinaison de la silice ainsi libérée avec la gibbsite pour former de la kaolinite, d'autre part qu'à mi-pente et au bas des pentes, des mélanges colluviaux de bauxite et d'argile pouvaient se produire. Cela explique que la partie médiane du profil d'altération des trachytes contienne une quantité notable de kaolinite.

2. Rebauxitisation

Le lessivage de la silice dans la zone la plus aérée du profil, combiné à l'apport latéral de fer et d'alumine, amène une rebauxitisation de cette zone supérieure. Cette libération de la silice et cette accumulation sélective de l'aluminium sont très nettement favorisées par la présence d'un sol végétal où l'on observe des concentrations notables d'alumine (jusqu'à 60 % de Al_2O_3).

Evolution de la bauxite formée aux dépens du basalte de Fongo-Tongo

1. Enrichissement et induration

Au-dessus du niveau rubané se trouve une zone pouvant atteindre 5 m au sommet des crêtes, dans laquelle la bauxite contient généralement plus de 50 % de Al_2O_3 et où la silice combinée est généralement absente.

Cette zone commence par une bauxite claire, légèrement caverneuse, qui s'enrichit de plus en plus en fer jusqu'à ce que celui-ci forme de véritables concrétions riches en hématite et en maghémite, et passe progressivement à un niveau scoriacé induré qui forme la « cuirasse ».

Les minéraux qui caractérisent cette zone sont la gibbsite dont la teneur varie en fonction de la proportion des oxydes et hydroxydes de fer comme la goéthite, l'hématite, et la maghémite (fig. 7). La présence de ce dernier minéral, dont les raies de diffraction (tableau 1) sont proches de celles de la magnétite dont il possède la structure, est confirmée par l'analyse chimique où la recherche de fer bivalent s'est révélée négative.

Ce minéral est relativement rare dans le milieu naturel ; il peut provenir de l'évolution de la limonite en milieu riche en matières organiques (VAN DER

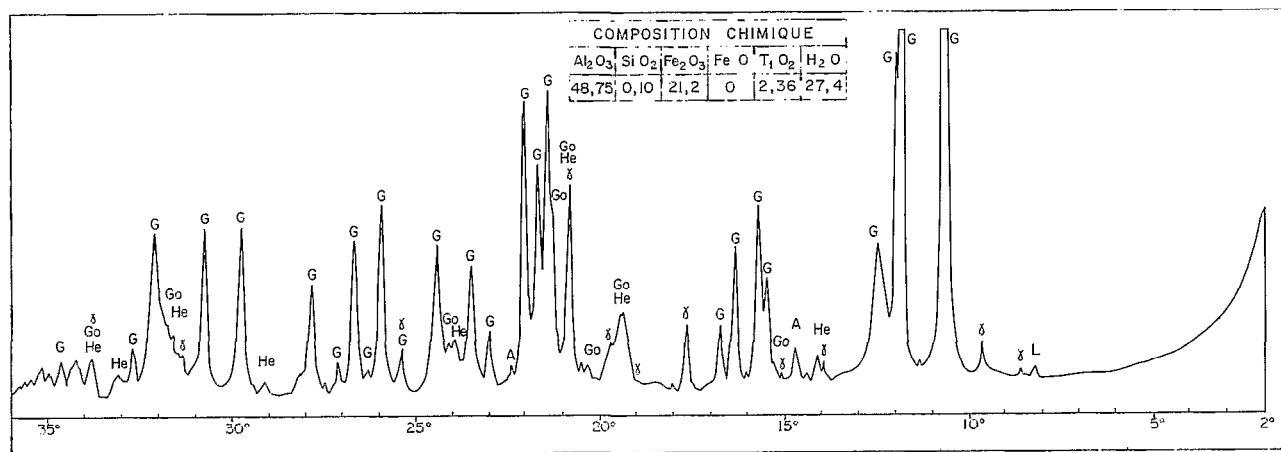


FIG. 7. — Diffractogramme de la cuirasse bauxitique à gibbsite, goéthite et maghémite.

A = Anatase, G = Gibbsite, Go = Goéthite, He = Hématite, L = Lépidocrocite, γ = Maghémite.

TABLEAU 1

Raies de diffraction de la magnétite et de la maghémite

In BROWN						In V.D. MAREL		Etude diffractométrique de la bauxite de Fongo-Tongo						
Magnétite			Maghémite			Maghémite dans un sol		Maghémite dans bauxite		Observations				
d (Å)	I	hkl	d (Å)	I	hkl	d (Å)	I	d (Å)	I					
4,85	10	111	7,91	1	101	6,19	tf	5,98	tf	Masquée par gibbsite				
			6,94	2	202						5,33	Mf		
			5,90	6	110	4,97	f	?						
			5,33	1	112				4,27		tf			
			4,82	6	113	3,75	f							
			4,29	2	114			3,71	Mf					
2,97	30	220	3,73	6	210	3,41	f			3,40	tf	Nettement séparée de la raie à 3,67 de l'hématite		
			3,40	7	213			3,25	tf					
			3,20	3	214	2,98	M							
			2,95	30	220			2,70	f	2,64	bande			
			2,78	3	300	2,54	F						2,519	TF
			2,532	100	311			2,368	4	310	2,43			
2,514	100	313				2,23	tf	2,230	tf					
2,408	2	226								2,09	f	2,088	f	
2,315	2	320				1,83	tf	1,83	?					
2,230	2	323								1,70	f	1,720	f	
2,100	20	400				2,086	15	400	1,61					f
			1,865	1	420	1,57	tf	1,567		tf				
			1,820	3	423				1,51		tf	1,53	tf	
			1,701	9	426	1,48	M	1,49		tf				
			1,670	2	430				1,607		?			
			1,714	15	422	1,604	20	513		1,57		tf	1,567	tf
1,550	2	520				1,51	tf	1,53	tf					
1,525	3	523								1,48	M	1,49	tf	
1,474	40	440				1,48	M	1,49	tf					
1,617	25	511								1,485	35	440	1,48	M
						1,474	40	440	1,48	M	1,49	tf		
			1,474	40	440	1,48	M	1,49					tf	
			1,474	40	440				1,48	M	1,49	tf		
			1,474	40	440	1,48	M	1,49					tf	
			1,474	40	440				1,48	M	1,49	tf		

TF = très forte - F = forte - MF = moyennement forte - M = moyenne - Mf = moyennement faible - f = faible - tf = très faible.

MAREL, 1951), de la décomposition du lépidocrocite à basse température (moins de 300° durant une heure) ou de l'oxydation de la magnétite (ROOKBY *in* BROWN, 1961). Chauffée à 400° la maghémite se transforme en hématite. Bien qu'il soit difficile de suivre l'évolution de cette maghémite à travers tous les échantillons pris dans divers profils, il semble cependant qu'elle puisse résulter de l'évolution lente de la magnétite présente dans la roche-mère, peut-être grâce à l'action de la percolation d'eaux chargées de matières organiques en période de biostasie.

Cependant le principal minéral de fer est la goéthite qui apparaît dès la base des profils. L'étude de la variation du pic (111) montre qu'il ne semble pas y avoir de quantité notable d'alumine substituée dans cette goéthite.

L'hématite, même dans les niveaux cuirassés supérieurs, n'est pas abondante.

Le seul minéral d'alumine est la gibbsite, tant à la base des profils que dans les zones d'enrichissement et de cuirassement représentées actuellement par les lignes de crêtes du gisement.

2. Démantèlement de la cuirasse

La surface bauxitisée et indurée a été ultérieurement découpée par un réseau hydrographique qui n'a laissé subsister du glacié que des lignes de crêtes en lanières séparées par de nombreuses vallées (HIÉRONYMUS, 1972).

Le creusement des vallées a eu deux effets (HIÉRONYMUS, 1972) :

1. le premier, mécanique, a amené la fragmentation de la cuirasse, le démantèlement du profil et son fauchage vers le bas des pentes où ses éléments se retrouvent de plus en plus mélangés aux argiles ;

2. le second, d'origine géochimique, tend à modifier sensiblement la forme du niveau cuirassé. Des percolations vers le niveau de base amènent une mobilisation et une recimentation du fer et de l'al-

mine tandis que l'ensemble cuirassé prend une forme convexe vers le ciel en fonction de la nouvelle topographie. Corrélativement, tant dans le niveau cuirassé que dans les éléments indurés démantelés, on observe un changement de structure de ces formations qui deviennent scoriacées puis gravillonnaires, tandis qu'apparaît la *boehmite*.

La destruction des niveaux indurés se fait par fragmentation : des éléments de plus en plus petits se mélangent vers le bas des pentes aux argiles de la lithomarge et se retrouvent dans les multiples ruisseaux qui drainent le gisement où ils sont rapidement détruits. En effet, sorti des emprises du gisement, on ne trouve plus de gravillons bauxitiques dans les ruisseaux. L'alumine ainsi libérée peut être évacuée sous forme colloïdale ; le plus souvent, elle participe à la formation de nouveaux minéraux argileux évacués par les eaux courantes.

Ainsi, à Fongo-Tongo comme dans l'Adamaoua (NICOLAS et BELINGA, 1969), les bauxites se dégradent et disparaissent très rapidement. Cette destruction, qui s'accompagne de modification dans la structure et dans la minéralogie, s'est faite rapidement, en relation avec les mouvements orogéniques de la région des Bamboutos, qui n'ont pas permis la formation de cuirasses en pentes à oolithes et pisolithes analogues à celles décrites par BELINGA (1972) dans l'Adamaoua.

Evolution de la bauxite de Bangam

1. Induration

Le gisement de Bangam, plus éloigné du centre orogénique des Bamboutos, présente encore quelques plateaux à surface cuirassée importante. Le plus important (1 500 m de longueur sur 200 m de largeur) présente un niveau cuirassé de 4 à 5 m d'épaisseur, formé par une bauxite plus riche en fer. Cette cuirasse vacuolaire à scoriacée a la composition suivante :

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	MnO	TiO ₂	P.F.
0,56	47,76	20,12	0	0,07	0,06	0,08	0,08	0	4,83	28,41

correspondant à la minéralogie suivante, confirmée par la diffractométrie des rayons X et les analyses thermiques :

Kaolinite : 1 %. Gibbsite : 70 %. Goéthite : 28 %. Anatase : 4,8 %.

L'excédent de H_2O de l'analyse chimique correspond à l'hydratation d'une partie de la goethite ou de la gibbsite.

Des apports latéraux, riches en fer plus migrant et provenant de reliefs plus éloignés (lessivage de cuirasses ou de roches éruptives à fortes teneurs en fer de l'axe orogénique) ont permis la formation de cette cuirasse riche en fer.

2. Démantèlement de la cuirasse

Sur les bordures de ce plateau, du fait des circulations en régime tourbillonnaire percolant à travers la cuirasse poreuse, on observe des modifications sensibles de la structure du niveau induré qui devient très scoriacé, puis gravillonnaire, tandis que le manque de cohésion entre les gravillons ainsi formés par recristallisation du fer et de l'alumine les amène à s'individualiser de plus en plus, en même temps qu'apparaît un premier cortex. En d'autres endroits, ces concrétionnements aboutissent à la formation d'éléments bréchiques ou noduleux centimétriques.

Les éléments ainsi modifiés de cette cuirasse se retrouvent de plus en plus fragmentés jusqu'au lieu dit la « chefferie de Bangam ». Des cortex ont pu se former par concrétionnement autour des nodules ou par altération centripète de ceux-ci, selon le processus décrit pour les Alpilles (France) par NICOLAS et BILDGEN (1972).

Il existe du reste une analogie frappante entre certaines structures de la bauxite de Bangam, en particulier les structures noduleuses, et certains éléments des formations bauxitiques du Var (en particulier le conglomérat bauxitique) décrites par NICOLAS, HIERONYMUS (1969) et KOTSCHOUBEY (1969) dans le synclinal de Val-Vins dans le Var (France).

De telles formations bauxitiques en voie de démantèlement peuvent expliquer les premiers stades de la mise en place de certaines bauxites du Var où les produits de démantèlement de la latérite bauxitique (ferrallite) originelle ont pu s'accumuler dans les dépressions morpho-tectoniques, en milieu souvent

aqueux permettant leur classement, tandis que se poursuivait l'évolution minéralogique vers la boehmite ainsi que la formation in situ de nouvelles structures oolithiques et pisolithiques. Du reste une partie de ces formations oolithiques et pisolithiques aurait pu être fournie par des oolithes et des pisolithes provenant de cuirasses de pentes semblables à celles décrites par BELINGA (1972) dans l'Adamaoua.

V. — CONCLUSIONS

Les bauxites du pays bamiléké proviennent de l'altération latéritique de basaltes anciens de la « série noire inférieure » d'après GEZE (1943), et de trachyte de la « série blanche moyenne » du même auteur. Ces coulées volcaniques sont en relation avec le début de l'épeirogenèse tertiaire (DUMORT, 1968), dont les premières manifestations se sont faites sentir au Paléocène et à l'Eocène (REYRE, 1966).

Leur démantèlement est dû à l'épeirogenèse de la fin du tertiaire qui a mis en place la « ligne du Cameroun » et sa virgation de l'Adamaoua. Ce démantèlement, qui a été très important dans la zone située sur l'axe orogénique, s'est accompagné de modifications secondaires dans les niveaux bauxitiques : en particulier la mobilisation, le transport, le concrétionnement et la restructuration de l'alumine sur de très courtes distances parallèlement à la destruction du gisement amenant des néoformations d'argiles évacuées par les eaux courantes.

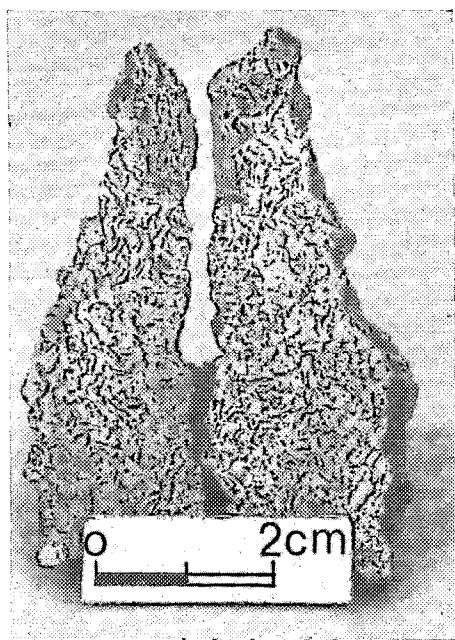
Ces modifications, sous un climat proche cependant de celui pouvant amener la bauxitisation, se sont traduites par la formation de structures noduleuses, voire pisolithiques, tandis que la gibbsite tendait à se réarranger en boehmite. Un tel processus permet d'expliquer les premières phases de mise en place de certaines bauxites sur un mur carbonaté, en particulier celles de l'ensemble synclinal Val-Vins en Provence orientale (France) où leur piégeage par les dépôts sédimentaires du Crétacé supérieur a empêché leur destruction.

BIBLIOGRAPHIE

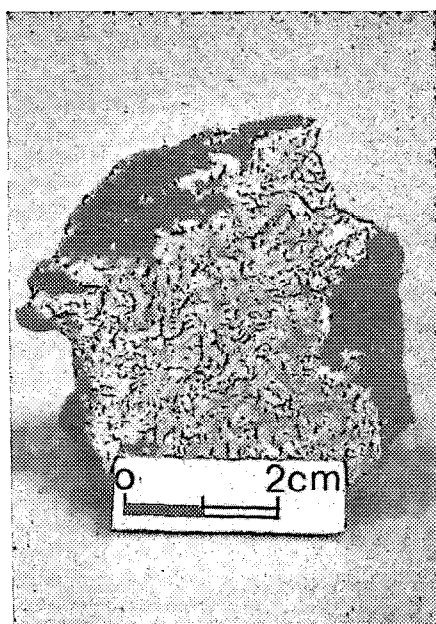
BELINGA (S.M.), 1966. — Contribution à l'étude géologique, minéralogique et géochimique des formations bauxitiques de l'Adamaoua (Cameroun). Thèse doctorat 3^e cycle, option métallogénie, lab. Géologie Appliquée, Paris, 125 p., ronéo.

BELINGA (S.M.), 1972. — L'altération des roches basaltiques et le processus de bauxitisation dans l'Adamaoua (Cameroun). Thèse doctorat d'Etat, Université, Paris-VI, 570 p., ronéo.

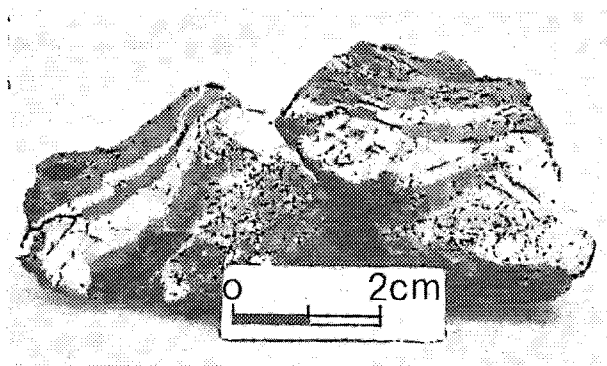
- DUMORT (J.C.), 1968. — Notice explicative sur la feuille Douala-Ouest de la carte géologique de reconnaissance du Cameroun. Direction des Mines et de la Géologie du Cameroun.
- GEZE (B.), 1943. — Géographie physique et Géologie du Cameroun Occidental. *Mémoires Mus. Hist. Nat.*, Paris, t. 17, 177 p.
- GOODYEAR et DUFFIN (W.J.), 1954. — Identification of plagioclases feldspars by the X ray powder methods. *Mineralium Magazine*, 30, pp. 306-326.
- HIERONYMUS (B.), 1969. — Contribution à l'étude de la genèse et de l'évolution des bauxites karstiques de Provence : Géologie, Minéralogie, Géochimie de la partie occidentale du synclinal Val-Vins. Thèse doctorat 3^e cycle, option métallogénie, lab. Géologie Appliquée, Paris, 78 p., 44 fig. h.t., 7 tab., 1 carte h.t.
- HIERONYMUS (B.), 1971. — Note préliminaire sur l'altération des trachytes de la zone bauxitique de Fouta-Tongo (Ménoua-Cameroun). *Annales Faculté des Sciences du Cameroun*, n° 6, pp. 39-51.
- HIERONYMUS (B.), 1972. — Etude géologique de quelques types d'altérations dans l'Ouest du Cameroun. *Annales Faculté des Sciences du Cameroun*, n° 10, pp. 39-68.
- KOTSCHOUBEY (B.), 1969. — Contribution à l'étude de la genèse et de l'évolution des bauxites karstiques de Provence : Géologie, Minéralogie, Géochimie des formations bauxitiques de la partie orientale du synclinal Val-Vins. Thèse doctorat 3^e cycle, option métallogénie, lab. Géologie Appliquée, Paris, 142 p.
- NICOLAS (J.) et BELINGA (S.M.), 1969. — Contribution à l'étude de l'origine et de l'évolution des bauxites de l'Adamoua (Cameroun). *C.R. Ac. Sc. Paris*, série D, t. 268, pp. 1157-1160.
- NICOLAS (J.) et HIERONYMUS (B.), 1969. — Contribution de la minéralogie et de la géochimie à l'étude de la genèse et du dépôt des bauxites de Provence. *Bulletin de la Société Française de Céramique* n° 82, pp. 49-67.
- NICOLAS (J.) et BILDGEN (P.), 1972. — Observations sur la genèse des pisolithes des formations bauxitiques du Sud-Est de la France, en liaison avec les phénomènes de déferri-fication qui les affectent. Exemple des Alpilles (Bouches-du-Rhône). *C.R. Ac. Sc. Paris*, série D, t. 274, pp. 3496-3499.
- REYRE (D.), 1966. — Histoire géologique du Bassin de Douala. *Bassins Sédimentaires du Littoral Africain*. Association Services géol. Africains, t. 1, pp. 143-161.
- ROOKBY (H.P.), 1961. — Oxides and hydroxides of aluminium and iron. In Brown : X ray identification and crystal structure of clay minerals (544 p.). Mineral Society-London, pp. 354-393.
- TCHOUA (F.), 1969. — Découverte d'ignimbrites dans la région de Dschang (Cameroun). *Annales Faculté des Sciences du Cameroun*, n° 2, pp. 77-94.
- TCHOUA (F.), 1972. — Sur la formation des calderas des Monts Bamboutos (Cameroun). *C.R. Ac. Sc. Paris*, série D, t. 264, pp. 799-801.
- VAN DER MAREL (H.W.), 1951. — Gamma ferric oxide in sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 21, n° 1, pp. 12-21.
- WEECKSTEEN (G.), 1957. — Rapport préliminaire sur le gisement de bauxite de Fouta-Tongo. Rapport multigr. Dir. des Mines et de la Géologie. Etat du Cameroun.



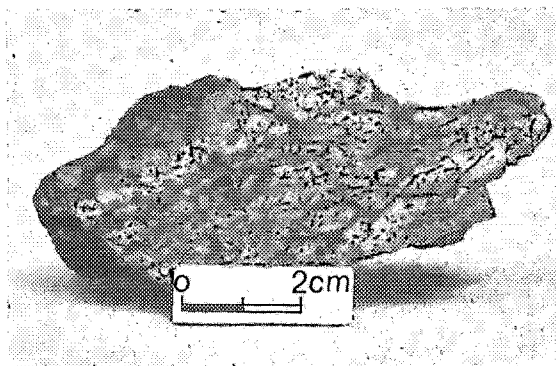
1



2



3



4

PLANCHE I. — Evolution de la bauxitisation.

(1 : lithomarge vermiculée, 2 : concrétion "en choux-fleurs", 3 : bauxite rubanée, 4 : bauxite rose caverneuse)

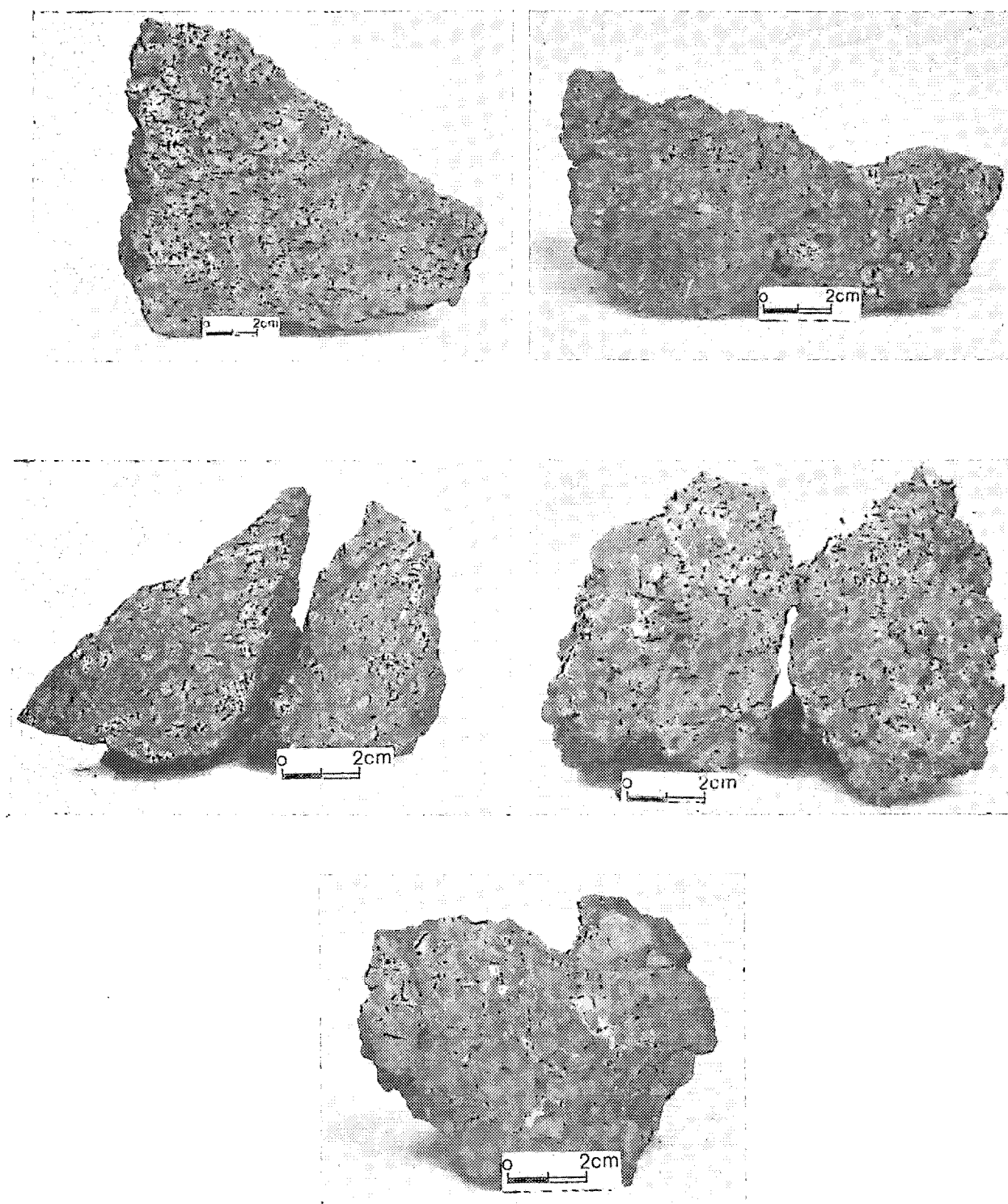


PLANCHE II. — Evolution de la cuirasse.

(différents faciés de cette évolution, avec formation de concrétions noduleuses, au cours du démantèlement de la cuirasse)